

Dialog

INTERPOLATING METHOD FOR DISTANCE DATA, AND METHOD AND DEVICE FOR COLOR IMAGE HIERARCHICAL CONSTITUTION

Publication Number: 2000-230809 (JP 2000230809 A) , August 22, 2000

Inventors:

- AZUMA TAKEO
- NOBORI KAZUO
- MORIMURA ATSUSHI
- UOMORI KENYA

Applicants

- MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

Application Number: 11-200622 (JP 99200622) , July 14, 1999

Priority:

- 10-350017 [JP 98350017], JP (Japan), December 09, 1998

International Class:

- G01B-011/00
- G06T-007/00
- G06T-007/60

Abstract:

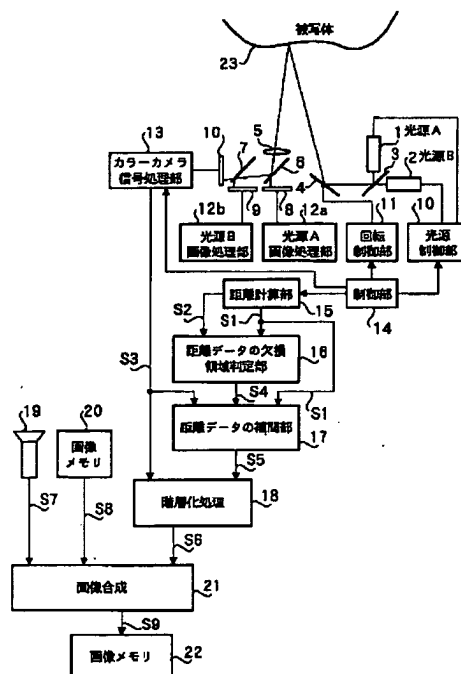
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the method for interpolating distance data in an area where a distance measurement can not be made in a distance image and to provide the method and device for making a color image hierarchical by using the distance data. **SOLUTION:** While a distance image is picked up by a range finder, a color image is picked up by a CCD 10. A distance data interpolation part 17 uses the picked-up color image information to find distance data of a pixel of interest from distance data of circumferential pixels through weighted interpolation corresponding the difference in color and the difference in pixel coordinate value between the pixel of interest and a reference pixel. A hierarchical constituting process means 18 makes the color image hierarchical by using the distance data and the extracted image is put together with other images by an image composition part 21.
COPYRIGHT: (C)2000,JPO

JAPIO

© 2005 Japan Patent Information Organization. All rights reserved.
Dialog® File Number 347 Accession Number 6644993

BEST AVAILABLE COPY

(11)特許出願公開番号
特開2000-230809
(P2000-230809A)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 距離画像中の距離計測が行われなかった領域に属する画素の距離データを、前記画素の近傍に位置する距離計測が行われた画素の距離データを参照して補間する方法であって、前記距離画像の撮影対象についてカラー画像も取得しておき、補間の対象となる着目画素に対応する前記カラー画像における画素の色と、参照画素に対応する前記カラー画像における画素の色を用いて重み係数を算出し、算出された重み付け係数を前記参照画素の距離データに作用させて距離データを求めることを特徴とする距離データの補間方法。

【請求項2】 前記重み付け係数を、前記着目画素に対応する前記カラー画像における画素の色と、前記参照画素に対応する前記カラー画像における画素の色との差情報をパラメータとして含む計算式によって算出することを特徴とする請求項1記載の距離データの補間方法。

【請求項3】 前記重み付け係数を算出するための前記計算式は、前記着目画素の座標値と前記参照画素の座標値との差情報をパラメータとして含むことを特徴とする請求項2記載の距離データの補間方法。

【請求項4】 前記距離計測が行われなかった領域の境界線に接する、距離計測が行われた複数の画素を前記参照画素とすることを特徴とする請求項1～請求項3のいずれかに記載の距離データの補間方法。

【請求項5】 前記着目画素から一定の距離内にある、距離計測が行われた複数の画素を前記参照画素とすることを特徴とする請求項1～請求項3のいずれかに記載の距離データの補間方法。

【請求項6】 前記距離計測が行われなかった領域の境界線に接し、かつ前記着目画素から一定の距離内にある、距離計測が行われた複数の画素を前記参照画素とすることを特徴とする請求項1～請求項3のいずれかに記載の距離データの補間方法。

【請求項7】 前記カラー画像を複数のクラスタに分割すると共に、クラスタ境界を検出し、クラスタ境界の情報を利用して、同一クラスタ内の画素が分布するところでは距離データの値が滑らかに変化し、かつ、クラスタ境界においては距離データの値が不連続に変化するように、前記距離計測が行われなかった領域における距離データの分布を決定することを特徴とする請求項1記載の距離データの補間方法。

【請求項8】 前記カラー画像を複数のクラスタに分割してクラスタ境界を検出すると共に、前記カラー画像からエッジ強度を抽出し、前記距離画像中の距離計測が行われなかった領域における距離データの分布を、前記クラスタ境界と前記エッジ強度とをパラメータとして含む計算式を最小化するように決定することを特徴とする請求項1記載の距離データの補間方法。

【請求項9】 前記距離画像および前記カラー画像は、光学的に同じ視点で撮像された画像であることを特徴と

する請求項1～請求項8のいずれかに記載の距離データの補間方法。

【請求項10】 前記距離画像は、カラー画像とは異なる視点で撮像して得られた距離画像に視点変換処理を施し、前記カラー画像の視点と同じ視点で撮像したのと等価な画像に変換された距離画像であることを特徴とする請求項1～請求項8のいずれかに記載の距離データの補間方法。

【請求項11】 同一対象について距離画像とカラー画像を取得し、距離画像のもつ距離情報を用いて前記カラー画像を階層化し、前記カラー画像中の一部分をその他の部分と区別して独立に処理可能とする方法であって、前記カラー画像の階層化の前に、前記距離画像中に距離計測が行われなかった領域があるかを判定し、前記領域がある場合に、前記領域内の画素について、前記請求項1～請求項7のいずれかに記載の方法によって距離データを補間して前記距離画像中から距離データの欠如部分をなくす第1のステップと、前記第1のステップを経た距離画像の各画素がもつ距離情報に基づき、前記カラー画像の全画素を対象として階層化処理を施す第2のステップと、を有することを特徴とするカラー画像階層化方法。

【請求項12】 請求項11記載のカラー画像階層化方法により階層化されたカラー画像の一部を抽出し、他の画像と合成することを特徴とする画像合成方法。

【請求項13】 レンジファインダによって得られる距離画像中で距離計測が行われなかった領域を抽出する距離データの欠損領域抽出手段と、前記距離計測が行われなかった領域に属する画素についての距離データを、前記画素の近傍に位置する距離計測が行われた画素の距離データを参照して補間する距離補間手段と、を具備し、前記距離補間手段は、着目画素の距離データを参照画素の距離データに基づき補間するときに、前記距離画像の対象について撮像されたカラー画像における、前記着目画素の色と前記参照画素の色を用いて重み付け係数を取得し、その重み付け係数を前記参照画素の距離データに作用させて補間データを得ることを特徴とする距離データ補間装置。

【請求項14】 前記距離補間手段は、前記距離画像の対象について撮像されたカラー画像における、前記着目画素と参照画素のそれぞれに対応する画素間での色の違いの情報を反映させて重み付け係数を取得し、その重み付け係数を前記参照画素の距離データに作用させて補間データを得ることを特徴とする請求項13記載の距離データ補間方法。

【請求項15】 前記距離補間手段は、前記距離画像の対象について撮像されたカラー画像における、前記着目画素と参照画素のそれぞれに対応する画素間での色の違いの情報および前記着目画素と参照画素間での画素座標値の違いを反映させて重み付け係数を取得し、その重み

付け係数を前記参照画素の距離データに作用させて補間データを得ることを特徴とする請求項 13 記載の距離データ補間装置。

【請求項 16】 前記距離補間手段は、前記距離画像の撮影対象について取得されたカラー画像をクラスタリングした結果として得られるクラスタ境界の情報を利用して、同一クラスタ内の画素が分布するところでは距離データの値が滑らかに変化し、クラスタ境界において距離データの値が不連続に変化するように、前記距離画像中の距離計測が行われなかった領域における距離データの分布を決定することを特徴とする請求項 13 記載の距離データ補間装置。

【請求項 17】 前記距離補間手段は、前記距離画像の撮影対象について取得されたカラー画像をクラスタリングした結果として得られるクラスタ境界の情報と、前記カラー画像から抽出されたエッジ強度とを利用し、前記クラスタ境界の情報と前記エッジ強度とをパラメータとして含む計算式を最小化するように、前記距離画像中の距離計測が行われなかった領域における距離データの分布を決定することを特徴とする請求項 13 記載の距離データ補間装置。

【請求項 18】 請求項 13～請求項 17 のいずれかに記載の距離データ補間装置と、この距離データ補間装置による補間処理を経た距離画像の各画素がもつ距離情報に基づき、前記距離画像の対象について撮像されたカラー画像の全画素を対象として階層化処理を施す階層化装置と、を有することを特徴とするカラー画像階層化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、距離データの補間方法、カラー画像階層化方法およびカラー画像階層化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 投影光と観察画像の三角測量に基づいて 3 次元形状計測を行うレンジファインダ装置としては、例えば、文献：吉見ら、"複数光源によるレンジファインダシステム"、日本ロボット学会誌、Vol.9, No.7, pp.803-812, 1991. に述べられている光切断法によるものや、文献：佐藤、井口、"空間コード化による距離画像入力"、電子通信学会論文誌 '85/3Vol. J68-D No3 に示されているボタン光投影法によるものがある。

【0003】 また、画像の階層化、部品化に関する従来の技術としては、背景を青色一色にして手前の人物を色情報を用いて抽出するクロマキー技術（ブルーバック）がある。ここで、「画像の階層化、部品化」とは、画像中の一部分をその他の部分と区別して抽出、分離し、独立して処理可能とすることをいう。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、三角測量によ

る距離測定では、光の投射位置と反射光の受光位置とが異なるため、受光位置からは見える被写体の一部が、光の投射位置からは見えないということもあり得る。つまり、被写体の形状等に起因する遮蔽（オクルージョン）により、被写体の一部の領域に関して距離を計測できない場合がある。このような問題は、被写体表面の光の反射率が低い場合や、被写体の表面が光を散乱する性質をもっている場合にも生じる。

【0005】 また、上述のクロマキー技術により、例えば、人（前景）を背景から抽出・分離する場合、背景が単一の色で、しかも、人の体や服と異なる色でなければ、人物の抽出を行うことができない。

【0006】 このような問題点に鑑み、本発明は、距離画像中で距離計測が行えなかった領域における距離データを補間する方法を提供すると共に、クロマキーのように背景を単一色にすることなく、実写画像から人物等の前景を抽出してカラー画像の階層化を行えるカラー画像階層化方法および装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明では、同一の対象について撮像したカラー画像の情報をういた重み付け補間によって距離データを補間する。画素の座標値のみならず、被写体の色情報も考慮して補間を行うため、カラー画像との整合性を加味した適切な距離データの補間を行える。

【0008】 また、本発明では、上述の補間処理がなされた距離画像の距離情報を用いて、カラー画像を階層化する。距離画像のもつ奥行き情報を基にしてカラー画像を階層化するため、クロマキーのように背景を単一色にすることなく、実写画像から人物等の領域を抽出することができる。ゆえに、カラー画像の階層化に伴う制約を軽減することができる。

【0009】 また、補間処理を経た距離画像には距離データの欠損領域がないので、カラー画像の全画素を階層化の対象とすることができる。

【0010】 また、着目画素と参照画素間における色の違いを考慮して距離データの補間がなされているので、距離データの補間領域においても、前景・背景間の境界は、カラー画像における前景・背景間の境界と高精度に一致する。したがって、距離データ（被写体の奥行き情報）に基づきカラー画像の前景を背景から分離して抽出したときに、抽出された前景物体の輪郭はシャープなものとなり、画像階層化処理の精度が向上する。

【0011】

【発明の実施の形態】 本発明の第 1 の態様は、距離画像中の距離計測が行われなかった領域に属する画素の距離データを、前記画素の近傍に位置する距離計測が行われた画素の距離データを参照して補間する方法であって、前記距離画像の撮影対象についてカラー画像も取得しておき、補間の対象となる着目画素に対応する前記カラー

画像における画素の色と、参照画素に対応する前記カラー画像における画素の色とを用いて重み付け係数を算出し、算出された重み付け係数を前記参照画素の距離データに作用させて距離データを求めるものである。

【0012】画素の座標値のみならず、被写体の色情報も考慮して補間を行うため、カラー画像との整合性を加味した高精度な距離データの補間を行える。

【0013】本発明の第2の態様では、第1の態様において、前記重み係数を、前記着目画素に対応する前記カラー画像における画素の色と、前記参照画素に対応する前記カラー画像における画素の色との差情報をパラメータとして含む計算式によって算出するようにした。

【0014】近接する画素と間の色の違いを反映させて重み係数を適応的に変化させることによって、カラー画像との整合性を加味した高精度な距離データの補間を行える。

【0015】本発明の第3の態様は、第2の態様において、前記重み付け係数を算出するための前記計算式は、前記着目画素と前記参照画素の座標値の差情報をパラメータとして含むようにした。

【0016】これにより、着目画素と参照画素間の座標位置の差情報と、カラー画像における対応画素間の色情報の差情報とを考慮した、高精度の距離データの補間を行うことができる。

【0017】本発明の第4の態様では、第1～第3の態様のいずれかにおいて、前記距離計測が行われなかった領域の境界線に接する、距離計測が行われた複数の画素を前記参照画素とする。

【0018】境界線に接する複数の画素（好ましくは全画素）を参照画素とすることにより、補間の精度が向上する。

【0019】本発明の第5の態様では、第1～第3の態様のいずれかにおいて、前記着目画素から一定の距離内にある、距離計測が行われた複数の画素を前記参照画素とする。

【0020】これにより、参照画素の数を絞り込むことができ、補間処理における負担が軽減される。

【0021】本発明の第6の態様では、第1～第3の態様のいずれかにおいて、前記距離計測が行われなかった領域の境界線に接し、かつ前記着目画素から一定の距離内にある、距離計測が行われた複数の画素を前記参照画素とする。

【0022】これにより、参照画素の数を絞り込むことができ、補間処理における負担が軽減される。

【0023】本発明の第7の態様では、第1の態様において、カラー画像をクラスタリングし、距離欠損領域における距離データの補間をするにあたり、同一のクラスタ内の距離データの分布が滑らかになるように、かつ、クラスタ境界では、距離データが不連続となるように、距離データの分布を決定する。

【0024】カラー画像において色が異れば、距離画像においても距離が異なるのが一般的である。すなわち、カラー画像を領域分割した結果として検出されるクラスタ境界は、距離画像における距離データの境界とも一致する可能性が高い。この観点から、クラスタ境界を意識したデータ補間を行なうことにより、距離データの補間の精度が向上する。また、距離画像とカラー画像の整合性が高いために、距離データを用いたカラー画像の階層化に際し、前景・背景を精度よく分離／抽出することができる。

【0025】本発明の第8の態様では、第1の態様において、カラー画像にエッジ強調処理を施して得られた「エッジ」を意識したデータ補間を行なう。

【0026】クラスタ境界は必ずしも物体の輪郭とは一致しない場合があるため、エッジ情報を用いて、境界の位置を補正して、距離データの補間精度を向上させるものである。

【0027】本発明の第9の態様では、第1～第8の態様のいずれかにおいて、前記距離画像および前記カラー画像は、光学的に同じ視点で撮像された画像とする。

【0028】これにより、距離画像とカラー画像との間の整合性が維持されることになり、距離情報を用いたカラー画像の階層化が容易となる。

【0029】本発明の第10の態様では、第1の態様～第8の態様のいずれかにおいて、前記距離画像は、カラー画像とは異なる視点で撮像して得られた距離画像に視点変換処理を施し、前記カラー画像の視点と同じ視点で撮像したのと等価な画像に変換された距離画像である。

【0030】撮像システムの構成上、カラー画像の撮像視点と距離画像の撮像視点とが異なるものとなった場合でも、距離画像の距離情報を用いた視点変換処理によって、視点を同じくして撮像されたと同じ距離画像を得ることができ、よって、距離画像を用いたカラー画像の階層化が可能となる。

【0031】本発明の第11の態様は、同一対象について距離画像とカラー画像を取得し、距離画像のもつ距離情報を用いて前記カラー画像を階層化し、前記カラー画像中の一部分をその他の部分と区別して独立に処理可能とする方法であって、前記カラー画像の階層化の前に、前記距離画像中に距離計測が行われなかった領域があるかを判定し、前記領域がある場合に、前記領域内の画素について、前記請求項1～請求項7のいずれかに記載の方法によって距離データを補間して前記距離画像中から距離データの欠如部分をなくす第1のステップと、前記第1のステップを経た距離画像の各画素がもつ距離情報に基づき、前記カラー画像の全画素を対象として階層化処理を施す第2のステップと、を有する。

【0032】補間処理がなされた距離画像の距離情報を用いて、カラー画像を階層化するので、クロマキーのように背景を単一色にすることなく、実写画像から人物等

の領域を抽出することができる。また、補間処理を経た距離画像には距離データの欠損領域がないので、カラー画像の全画素を階層化の対象とすることができる。また、着目画素と参照画素間における色の違いを考慮して距離データの補間がなされているので、距離データの補間領域においても、前景・背景間の境界は、カラー画像における前景・背景間の境界と高精度に一致する。したがって、距離データ（被写体の奥行き情報）に基づきカラー画像の前景を背景から分離して抽出したときに、抽出された前景物体の輪郭はシャープなものとなり、画像階層化処理の精度が向上する。

【0033】本発明の第12の態様は、第11の態様のカラー画像階層化方法により階層化されたカラー画像の一部を抽出し、他の画像と合成する。

【0034】これにより、クロマキー技術のような前景と背景の色の制限を排して、画像合成を行うことができる。

【0035】本発明の第13の態様では、レンジファインダによって得られる距離画像中で距離計測が行われなかった領域を抽出する距離データの欠損領域抽出手段と、前記距離計測が行われなかった領域に属する画素についての距離データを、前記画素の近傍に位置する距離計測が行われた画素の距離データを参照して補間する距離補間手段とを具備し、前記距離補間手段は、着目画素の距離データを参照画素の距離データに基づき補間するときに、前記距離画像の対象について撮像されたカラー画像における、前記着目画素の色と前記参照画素の色を用いて重み係数を取得し、その重み付け係数を前記参照画素の距離データに作用させて補間データを得る構成とした。

【0036】これにより、カラー画像との高い整合性を保ちつつ、精度よく距離画像データを補間できる新規な距離データ補間装置が得られる。

【0037】また、本発明の第14の態様では、第13の態様において、前記距離補間手段は、前記距離画像の対象について撮像されたカラー画像における、前記着目画素と参照画素のそれぞれに対応する画素間での色の違いの情報を反映させて重み付け係数を取得し、その重み付け係数を前記参照画素の距離データに作用させて補間データを得るようにした。

【0038】これにより、カラー画像との高い整合性を保ちつつ、精度よく距離画像データを補間できる新規な距離データ補間装置が得られる。

【0039】また、本発明の第15の態様は、第13の態様において、前記距離補間手段は、前記距離画像の対象について撮像されたカラー画像における、前記着目画素と参照画素のそれぞれに対応する画素間での色の違いの情報および前記着目画素と参照画素間での画素座標値の違いを反映させて重み付け係数を取得し、その重み付け係数を前記参照画素の距離データに作用させて、補間

データを得る構成とした。

【0040】これにより、カラー画像との高い整合性を保ちつつ、精度よく距離画像データを補間できる新規な距離データ補間装置が得られる。

【0041】また、本発明の第16の態様では、カラー画像のクラスタ境界を意識した距離データの補間を行い、第17の態様では、エッジ強調処理により得られるエッジを意識した距離データの補間を行い、これにより、距離データ補間装置におけるデータの補間精度を向上させる。

【0042】また、本発明の第18の態様では、第13～第17のいずれかの態様の距離データ補間装置と、この距離データ補間装置による補間処理を経た距離画像の各画素がもつ距離情報に基づき、前記距離画像の対象について撮像されたカラー画像の全画素を対象として階層化処理を施す階層化装置と、を有する構成とした。

【0043】これにより、距離情報を利用して正確な画像の抽出等を行える、新規なカラー画像階層化装置が得られる。

【0044】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して具体的に説明する。

【0045】（実施の形態1）図1は、距離画像を用いたカラー画像の階層化を行うためのシステムの全体構成を示すブロック図である。

【0046】被写体23を撮像するレンジファインダは、基本的な構成として、光源A（参照符号1）と、光源B（参照番号2）と、ハーフミラー3と、回転ミラー4と、レンズ5と、ハーフミラー6、7と、CCD（固体撮像素子）8、9、10と、光源制御部10と、回転制御部11と、光源A画像処理部12aおよび光源B画像処理部12bと、カラーカメラ信号処理部13と、制御部14と、距離計算部15とを有している。

【0047】光源Aと光源Bの波長は、一般に赤外領域に設定され、各光源の光の波長は異なる。光源A、光源Bから出力される光はハーフミラー3で合成される。また、3つのCCD（固体撮像素子）8、9、10は、ハーフミラー6、7により分割された光をそれぞれ受光するので、光学的な視点は同じである。

【0048】また、レンジファインダは、撮像により得られた距離画像に対して補間処理やカラー画像の階層化を実行するための特別な構成として、距離データの欠損領域判定部16と、距離データ補間部17と、階層化処理部18とを有している。

【0049】また、画像合成装置21は、階層化処理部18により抽出されたカラー画像の一部（例えば、前景の物体）を、ビデオカメラ19で撮像された画像または画像メモリ20から出力される画像と合成して、新たな画像を形成する働きをする。本システムでは、合成された画像は、画像メモリ22に格納されるようになっている。

【0050】このシステムにおける、特徴的な動作手順が図2に示される。

【0051】すなわち、レンジファインダにより、距離画像データとカラー画像データを取得する(ステップST1)。続いて、距離画像中に距離データの欠損領域があるかどうかを判定し、データの欠損領域がある場合には、距離データを補間により求める(ステップST2)。この場合、同時に撮像されたカラー画像の色情報を用いて距離データを補間する。

【0052】次に、補間処理を経て欠損が穴埋めされた距離画像の距離情報(奥行き情報)を用いてカラー画像の階層化処理(画像の抽出や分離処理)を行う(ステップST3)。次に、階層化によって抽出・分離された画像を、他の画像と合成して(ステップST4)、画像メモリに格納する(ステップST5)。

【0053】以上が、図1のシステムの特徴的な動作の概要である。以下、各処理について図3～図6を用いて具体的に説明する。

【0054】図3は、図1の構成の中から、距離データの欠損領域判定部16と距離データ補間部17を抜き出して示すものである。

【0055】距離データの欠損領域判定部16は、距離画像(S1)と評価値画像(S2)とに基づき、距離画像(S1)中で距離データが欠損している領域を判定・抽出する。評価値画像としては、例えば、レンジファインダの距離計算時に用いる光強度画像を使用できる。

【0056】距離データが欠損していると判定されて抽*

$$d(x, y) = \frac{\int_C \frac{d(s, t)}{r_{xy}^2 (r_{RGB}^2 + \lambda)} dv}{\int_C \frac{1}{r_{xy}^2 (r_{RGB}^2 + \lambda)} dv}$$

ここで、 (x, y) は着目画素の座標値、

(s, t) は参照画素の座標値、

$r_{xy}^2 = (x-s)^2 + (y-t)^2$ すなわち、画像空間中での着目画素と参照画素間の距離の2乗、

$$r_{RGB}^2 = (R(x, y) - R(s, t))^2 + (G(x, y) - G(s, t))^2 + (B(x, y) - B(s, t))^2$$

すなわち、色空間中での着目画素と参照画素間の距離の2乗、

λ は安定化項(定数)

である。

【0062】(数1)において、積分路Cは距離データの欠損領域と接する周囲の全画素である(図4に太い黒線で記載されている)。また、(数1)の分子は、重みの合計を1にするための正規化項である。

【0063】(数1)で注目すべきことは、画像空間中における着目画素と参照画素間の距離情報 $r_{x, y}$ に加えて、色空間中における着目画素と参照画素間の距離情報 r_{RGB} をパラメータとして重み付け係数を求めているこ

* 出される領域は、例えば、距離画像のデータが極端に大きな領域や、逆に極端に小さな領域であり、あるいは、評価値画像(光強度画像)において光強度が一定値以下もしくは一定値以上の領域である。

【0057】距離データ補間部17は、距離データの欠損領域として抽出された領域を示す信号(S4)と、距離画像(S1)および距離画像と同一視点で撮像したカラー画像(S3)を入力とし、所定の補間演算によって、距離データの欠損領域における距離データを算出する。

【0058】距離データは、対応する画素間での色の違い、および画素座標値の違いに応じて重み付け係数を算出し、その重み付け係数を参照画素の距離データに作用させて求められる(重み付け補間)。

【0059】図4は、距離データの欠損領域における距離データを、重み付け補間によって算出する方法を説明するための図である。図4において、領域Aは距離データの欠損領域であり、領域Bは距離データを持つ周囲の領域である。

【0060】距離データの欠損領域A内の画素 (x, y) における距離データは、周囲の領域Bに属し、かつその領域と接する参照画素 (s, t) における距離データを参照し、下記(数1)の重み付け補間により決定する。

【0061】

【数1】

とである。求められた重み付け係数は参照画素の距離データに乘算され、その結果を距離データ欠損領域の周囲の全画素について合算し(線積分)て補間による距離データが求められる。

【0064】このように、(数1)の重み付け補間では、着目画素における距離データは、着目画素と参照画素間の座標値の違い及びRGBの画素値の違いに応じて重み付けされて求められる。その結果、着目画素におけ

る距離データは、画素平面上での距離が近く（画素座標値の違いが少なく）、色の近い（RGBの画素値の違いが少ない）参照画素における距離データの影響を強く受けるように補間される。以上のように本実施の形態によれば、距離画像と同時に撮像したカラー画像の情報を用い、距離データの欠損領域内の着目画素と参照画素間での色の違い、および、画素座標値の違いに応じた重み付け補間によって、距離データを周囲の画素における距離データから決定することができる。

【0065】この結果、補間により距離データが新たに求められた領域を含む距離画像の前景・背景間の境界は、カラー画像での前景・背景間の境界と精度よく一致*

$$d(x, y) = \frac{\int_C \frac{d(s, t)}{r_{xy}^2 + r_{RGB}^2} dv}{\int_C \frac{1}{r_{xy}^2 + r_{RGB}^2} dv}$$

ここで、 (x, y) は着目画素の座標値、
 (s, t) は参照画素の座標値、

$r_{xy}^2 = (x - s)^2 + (y - t)^2$ すなわち、画像空間中での着目画素と参照画素間の距離の2乗、

$$r_{RGB}^2 = (R(x, y) - R(s, t))^2 + (G(x, y) - G(s, t))^2 + (B(x, y) - B(s, t))^2$$

すなわち、色空間中での着目画素と参照画素間の距離の2乗

である。

【0068】（数2）では、（数1）における安定化項 λ が省略されている。

【0069】また、距離データの補間演算式は、（数1）、（数2）に限定されるものではなく、（数3）、（数4）に示すものを使用してもよい。（数3）、（数※

*する。したがって、距離画像のもつ距離情報に基づきカラー画像の一部（例えば前景）を抽出する際、抽出されたカラー画像（前景）の周囲に、背景の色が混じって境界が不鮮明となるといった不都合が生じない。すなわち、距離画像を用いたカラー画像階層化時の物体輪郭の検出精度を向上させることが可能となる。

【0066】なお、本実施の形態における距離データの欠損領域での距離計算式は、（数1）に示すものに限る必要はなく、下記の（数2）に示すものでもよい。

【0067】

【数2】

※4）では、（数1）、（数2）における画像空間中での距離の2乗と色空間中での距離の2乗を、画像空間中での距離と色空間中での距離に置き換えたものである。。

【0070】

【数3】

$$d(x, y) = \frac{\int_C \frac{d(s, t)}{r_{xy} (r_{RGB} + \lambda)} dv}{\int_C \frac{1}{r_{xy} (r_{RGB} + \lambda)} dv}$$

ここで、 (x, y) は着目画素の座標値、
 (s, t) は参照画素の座標値、

$r_{xy} = \sqrt{(x - s)^2 + (y - t)^2}$ すなわち、画像空間中での着目画素と参照画素間の距離、

$$r_{RGB} = \sqrt{(R(x, y) - R(s, t))^2 + (G(x, y) - G(s, t))^2 + (B(x, y) - B(s, t))^2}$$

すなわち、色空間中での着目画素と参照画素間の距離、

λ は安定化項（定数）

である。

【0071】

【数4】

$$d(x, y) = \frac{\int_C \frac{d(s, t)}{r_{xy} + r_{RGB}} dv}{\int_C \frac{1}{r_{xy} + r_{RGB}} dv}$$

ここで、 (x, y) は着目画素の座標値、

(s, t) は参照画素の座標値、

$r_{xy} = \sqrt{(x-s)^2 + (y-t)^2}$ すなわち、画像空間中での着目画素と参照画素間の距離、

$$r_{RGB} = \sqrt{(R(x, y) - R(s, t))^2 + (G(x, y) - G(s, t))^2 + (B(x, y) - B(s, t))^2}$$

すなわち、色空間中での着目画素と参照画素間の距離

である。

【0072】さらに、本実施の形態における距離データの補間演算式として、(数3)、(数4)において用いた画像空間中での距離と色空間中での距離を、画像空間中での着目画素と参照画素間の座標値の差の絶対値の和と、色空間中での着目画素と参照画素間の色成分の差の*

*絶対値の和とに置き換えた、(数5)、(数6)に示す演算式を採用することもできる。

【0073】

【数5】

$$d(x, y) = \frac{\int_C \frac{d(s, t)}{(|x-s| + |y-t|)(|R(x, y) - R(s, t)| + |G(x, y) - G(s, t)| + |B(x, y) - B(s, t)| + \lambda)} dv}{\int_C \frac{1}{(|x-s| + |y-t|)(|R(x, y) - R(s, t)| + |G(x, y) - G(s, t)| + |B(x, y) - B(s, t)| + \lambda)} dv}$$

ここで、

$|x-s| + |y-t|$ は画像空間中での着目画素と参照画素間の座標値の差の絶対値の和

$$|R(x, y) - R(s, t)| + |G(x, y) - G(s, t)| + |B(x, y) - B(s, t)|$$

は色空間中での着目画素と参照画素間の色成分の差の絶対値の和

λ は安定化項 (定数)

である。

【0074】

※ ※ 【数6】

$$d(x, y) = \frac{\int_C \frac{d(s, t)}{|x-s| + |y-t| + |R(x, y) - R(s, t)| + |G(x, y) - G(s, t)| + |B(x, y) - B(s, t)|} dv}{\int_C \frac{1}{|x-s| + |y-t| + |R(x, y) - R(s, t)| + |G(x, y) - G(s, t)| + |B(x, y) - B(s, t)|} dv}$$

ここで、

$|x-s| + |y-t|$ は画像空間中での着目画素と参照画素間の座標値の差の絶対値の和

$$|R(x, y) - R(s, t)| + |G(x, y) - G(s, t)| + |B(x, y) - B(s, t)|$$

は色空間中での着目画素と参照画素間の色成分の差の絶対値の和

である。

【0075】また、本実施の形態における距離データの補間演算においては、線積分の積分路上の全ての画素を参照画素とせず、積分路上の数画素おきに参照画素を間引いて、参照画素数を減少させることも有効である。こ

の場合、計算時間を短縮できるというメリットがある。

【0076】また、距離データの補間演算は、距離データの欠損領域と接する周囲の画素を積分路とする線積分に限る必要はない。例えば、画像内で着目画素から一定

距離内にある距離データを持つ画素を参照する面積分を行っても同様の結果を得ることができる。さらに、画像内で着目画素から一定距離内にあり、距離データの欠損領域と接する周囲の画素を積分路とする線積分によっても同様の結果を得ることができる。また、面積分の積分領域内での全ての画素を参照画素とするかわりに、参照画素を積分領域内の数画素おきにするように間引いて、計算時間を短縮することもできる。

【0077】以上説明した距離データを求める動作をまとめると図5のようになる。つまり、距離データの欠損領域を抽出し（ステップST1）、次に、距離データの欠損領域に接する参照画素の距離データに、カラー画像での色の違いおよび画素座標値の違いに応じた重み係数を演算し、全参照画素について合算する（ステップST2）。

【0078】図6は、図1のシステムにおける、階層化処理部18の内部構成例を示すブロック図である。

【0079】図示されるように、階層化処理部18には、同一対象についての距離画像（S5）とカラー画像が並列に入力される。この階層化処理部18は、入力される距離画像（S5）の距離画像値と所定のしきい値とを比較し、その判定結果を出力する比較手段51と、抽出・分離手段52とを有する。

【0080】比較手段51の判定の結果、距離画像の値がしきい値未満の場合には、抽出・分離手段52は、カラー画像（S3）の画素値を、前景画像（S6）として出力し、背景画像としては、便宜上、一定の画素値（例えば黒や青等）を出力する。逆に、距離画像の値が一定のしきい値以上の場合には、カラー画像（S3）の画素値を背景画像として出力し、前景画像（S6）には、便宜上、一定の画素値を出力する。このような処理によって、前景と背景を分離し、前景のみを抽出することができる。

【0081】上述したとおり、距離画像を補間しているため、距離データの欠損領域がなく、しかも、カラー画像の色情報も加味した補間であるため、距離画像での前景・背景間の境界は、カラー画像での前景・背景間の境界と高精度に一致している。したがって、カラー画像の全画素について、距離画像を用いた階層化を精度よく行うことができる。

【0082】なお、補間処理をしない距離画像を用いて階層化を行う場合には、距離画像中で距離計測が行えなかった画素については、例えば、扱える距離範囲の最大値を充填する等、一定の距離値を充填することにより、カラー画像の全画素について距離画像を用いた階層化を行うことができる。以上のように、本実施の形態によれば、距離画像を用いることにより、背景を単一の色にすることなく実写画像から人物等の前景を抽出し、カラー画像の階層化を行うことができる。なお、本実施の形態では、簡単のため2層の階層化について説明したが、同

様のしきい値処理により階層数を3以上にできることは明らかである。

【0083】（実施の形態2）図7は、本実施の形態において距離画像の測定に用いるレンジファインダ装置の構成を示すブロック図である。

【0084】図示されるように、レンジファインダ装置は、光源30と、スリット31と、複数の距離画像撮像用カメラ32a～32cと、カラー画像撮像用カメラ34と、スリット駆動部35と、撮像タイミング制御部36と、画像処理部37と、距離計算部38と、距離統合部39と、を具備する。

【0085】前掲の実施の形態では、距離画像を撮像するカメラとカラー画像を撮像するカメラの光学的視点は一致していたが、本実施の形態では、両者は不一致である。そこで、本実施の形態では、距離画像とカラー画像の視点を一致させるべく、視点変換を行う。

【0086】図8は、本実施の形態におけるデータ補間装置の構成を示すブロック図である。図8の構成は、図3の構成とはほぼ同じであるが、本実施の形態では、視点変換部50が設けられている点で異なる。

【0087】視点変換部50は、距離画像（S1）と距離データの欠損領域判定結果を示す画像（S4）とを入力とし、各画像を視点変換して、カラー画像の視点に一致させる。視点変換は、下記の（数7）に示す式により行う。

【0088】（数7）において、視点変換パラメータA～Lは、更正時に決定する。すなわち、3次元座標値（X、Y、Z）が既知の物体をカラー画像用カメラで撮像し、カラー画像での座標値（x、y）と既知の3次元座標値（X、Y、Z）との組を複数計測し、最小2乗当てはめによりA～Lを決定し、更正を行う。

【0089】

【数7】

$$x = \frac{AX + BY + CZ + D}{IX + JY + KZ + L}$$

$$y = \frac{EX + FY + GZ + H}{IX + JY + KZ + L}$$

【0090】以上のように本実施の形態によれば、距離画像とカラー画像の視点が異なる場合にも、両者の視点を一致させることにより、カラー画像の情報を用いて、着目画素における距離データを周囲の画素における距離データから決定することができる。この結果、補間処理がなされた領域を含む距離画像における前景・背景間の境界は、カラー画像での前景・背景間の境界と高精度に一致するようになり、距離画像を用いたカラー画像階層化時の前景物体輪郭の検出精度を向上させることができる。

【0091】また、本実施の形態においては、座標変換として視点変換について述べたが、下記（数8）や（数9）に示す1次変換や2次変換を、先に説明した視点変

換の後処理あるいは距離計算の前処理とすることもできる。

【0092】

【数8】

$$\begin{aligned} x_{out} &= \begin{pmatrix} x_{in} & y_{in} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{in} \\ y_{in} \\ 1 \end{pmatrix} \\ y_{out} &= \begin{pmatrix} x_{in} & y_{in} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{in} \\ y_{in} \\ 1 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

【0093】

【数9】

$$\begin{aligned} x_{out} &= ax_{in} + by_{in} + c \\ y_{out} &= dx_{in} + ey_{in} + f \end{aligned}$$

【0094】これにより、光学系の特性の違いを補正することが可能となる。

【0095】（実施の形態3）図9は、実施の形態1の変形にかかる距離画像を用いたカラー画像の階層化を行うためのシステムの全体構成を示すブロック図である。

【0096】図9において、実施の形態1と同一の動作をするものについては、図1と同一の符号を付し、説明を省略する。

【0097】本実施の形態も、前掲の実施の形態と同様に、カラーカメラで撮像した被写体の色情報も考慮して欠損した距離データを補間し、距離情報から判断される前景・背景の境界を、色情報から判断される前景・背景の境界と一致させるようにし、カラー画像と距離画像との間で被写体の境界の整合をとるという点で共通している。

【0098】ただし、本実施の形態では、画像の画素値（カラー画像であればR、G、Bの3次元の特徴空間における画素値）を複数のクラスタに分類し、距離画像の境界が各クラスタの境界に一致するように、距離データを補間する。

【0099】すなわち、色が異なる領域については、撮像カメラからの各距離も異なっているであろうし、同じ色の領域内にある部分については、撮像カメラからの距離も同じであろう、という前提にたって、クラスタの境界の情報を距離データの補間処理に役立てるものである。

【0100】以下、クラスタリング部1701と距離データの補間部1702の動作について説明する。

【0101】クラスタリング部1701は、カラー画像のクラスタリング（領域分割）を行う。広義のクラスタリングは、対象の画像を、特徴の均一な部分画像（クラスタ）に分割する処理であり、これによって画像の大局的な構造の把握が容易となる。本実施の形態では、上述のとおり、RGB空間における画素値のクラスタリング

を行なう。本実施の形態におけるクラスタは、カラー画像における色の類似性に基づいて分割された閉じた領域を意味する。

【0102】クラスタリングの方法は、画素値（カラー画像であればR、G、Bの3次元空間における画素値）を複数のクラスタに分類するものであればよく、特に限定されるものではない。

【0103】本実施の形態では、クラスタリングの手法として、k-mean法（k平均アルゴリズム）を用いる。以下、k-mean法について説明する。

【0104】k-mean法は、データ全体をあらかじめ与えた数のクラスタに分類するアルゴリズムである。k-mean法は以下の4つの手順によりクラスタリングを行なう。

（1）クラスタ数、終了条件の決定。

（2）初期クラスタを配置。

（3）データの配置。

（4）終了判定。（終了しない場合には、（3）に戻る）。

本実施の形態ではクラスタ数は固定の値として与える（例えば10）。また、終了条件は各クラスタに配置されるデータ数が収束するか、もしくは、クラスター更新の繰り返し計算の回数が一定の回数（例えば10回）に達した場合とする。

【0105】初期クラスタの配置は、全データの平均ベクトル m 、標準偏差ベクトル σ より、 i 番目のクラスタ重心 ci を（数10）で求める。

【0106】

【数10】

$$ci = m + \sigma(2(i-1)/(n-1) - 1)$$

【0107】ここで、 n はクラスタ数、 $i = 1, 2, \dots, n$ 。

【0108】クラスタリング部1701によるクラスタリング結果は、クラスタ画像（S6）、すなわち、クラスタ数の多値化画像として出力される。

【0109】図10は、クラスタと距離データの欠損領域の位置関係を示す図である。図10では、簡単のためにクラスタ数を「7」としている。上述のクラスタリング処理により、画像中の画素は、クラスタ1（参照符号901）からクラスタ7（参照符号907）のいずれかに分類される。

【0110】また、図10において、斜線を施して示される領域908a、908b、908cが、距離データの欠損領域である。図示されるように、距離データの欠損領域908aはクラスタ2（参照符号902）に属し、距離データの欠損領域908bはクラスタ5（参照符号905）に属し、距離データの欠損領域908cはクラスタ7（参照符号907）に属している。

【0111】次に、欠損領域908a～908cにおける距離値の決定（補間）方法について説明する。図9において、距離データの補間部1702は、距離計算部1

5から出力される距離画像(S1)と、距離データの欠損領域判定部16から出力される評価値画像(S2)と、クラスタリング部1701から出力されるクラスタ画像(S6)とに基づき、距離データの欠損領域における距離値を決定する。

【0112】距離データの欠損領域における距離値は、*

$$E\left(f\left(x, y, d, \frac{\partial d}{\partial x}, \frac{\partial d}{\partial y}\right)\right)=\frac{1}{2} \int_A w(x, y)\left(\left(\frac{\partial d}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial d}{\partial y}\right)^2\right) d x d y$$

【0114】この式からわかるように、距離データの欠損領域におけるエネルギーEは、画素の(x, y)座標と、距離dと、距離dの変数xによる偏微分と、距離dの変数yによる偏微分をパラメータとする関数により現わされる。具体的には、距離dの偏微分値を各々2乗して加算し、これに重み係数w(x, y)を乗算したものを領域Aについて面積分し、これに1/2を乗算しても求められる。

【0115】ここで、積分領域Aは、距離データの欠損領域と、このデータの欠損領域の周囲に接する1画素分の領域(距離データが取得されている領域に属する)とを含む領域である。距離データが取得されている領域を含むのは、この距離データを参照して距離データの欠損領域の距離データを補間するからである。

【0116】また、重み関数w(x, y)は、一つのクラスタ内にある各画素に対しては、正の大きな値をとるように設定され、クラスタ境界の画素(すなわち、違うクラスタの画素と接する画素)については、ゼロもしくは正の小さな値をとるように設定される(重み関数wは負になることはない)。つまり、他のクラスタとの境界にある画素と、クラスタ内にある画素とを明確に区別し、重み係数に大きな差をつけるようにする。

【0117】これにより、(数11)を最小化する欠損領域における距離値の分布は、クラスタ境界で大きく変化し、一つのクラスタ内では滑らかに変化ようになる。すなわち、一つのクラスタに属するデータの欠損領域の距離データの決定は、その欠損領域の周囲の画素であって、かつ、そのクラスタに属する画素の距離値を参照して行われることになる。したがって、そのクラスタ内では、距離値は、周囲の画素の距離値を基準として少しずつ滑らかに変化していく。

【0118】一方、異なるクラスタと接する境界の画素の距離値は、クラスタ内で滑らかな分布を示していた他の画素の距離値と大きく異なることになり、ここで、距離値の不連続が発生することになる。

【0119】これにより、色の境界に合致するように距離データにも境界が正確に形成されることになり、カラー画像と距離画像との間で、前景・背景の輪郭が高精度に一致するようになる。

【0120】(数11)を最小化する欠損領域における距離値の分布は、以下のように求められる。すなわち、

*この欠損領域における距離値の分布d(x, y)についてのエネルギーE(数11)を定義し、これを最小化する距離値の分布として決定される。

【0113】

【数11】

10 上述のエネルギー値Eが極値を取る条件は、変分 $\delta E = 0$ として、以下のようになる。

【0121】

【数12】

$$\frac{\partial w}{\partial x} \frac{\partial d}{\partial x}+w \frac{\partial^2 d}{\partial x^2}+\frac{\partial w}{\partial y} \frac{\partial d}{\partial y}+w \frac{\partial^2 d}{\partial y^2}=0$$

【0122】そして、この条件を満たす、欠損領域における距離値の分布を、例えば、反復法、有限要素法、境界要素法などの数値計算によって決定する。

20 【0123】(実施の形態4)図11は、実施の形態3の変形にかかる距離画像を用いたカラー画像の階層化を行うためのシステムの全体構成を示すブロック図である。図11において、実施の形態3と同一の動作をするものについては、図9と同一の符号を付し、説明を省略する。

【0124】本実施の形態の特徴は、カラー画像においてエッジ強度を検出し、エッジ情報により、上述の(数11)における重み係数w(x, y)を補正することである。実施の形態3では、クラスタの境界に着目して距離データを補間しているが、クラスタ境界は、厳密にみれば、前景と背景の境界と一致しないことがあるため、より精度をあげるために、エッジ強調処理により得られたエッジの情報を利用して距離データの補間を行なうものである。

【0125】以下、エッジ強度検出部1703および距離データの補間部1704の動作について説明する。

40 【0126】エッジ強度検出部1703は、カラー画像の各画素についてエッジ強度を計算する。エッジ強度は、例えば、カラー画像の輝度勾配のノルム(水平輝度勾配と垂直輝度勾配の2乗和の平方根)、もしくは、RGBそれぞれの成分の勾配のノルムの和として計算する。なお、エッジ強度は上記の様に垂直水平の両方の成分を考慮したものが望ましいが、水平勾配の絶対値のみから計算してもよい。

【0127】距離データの補間部1704は、距離計算部15による距離画像(S1)、距離データの欠損領域判定部16による評価値画像(S2)、クラスタリング部1701によるクラスタ画像(S6)、エッジ強度検出部によるエッジ強度(S7)から、距離データの欠損領域における距離値を決定する。

50 【0128】距離データの欠損領域における距離値は、

該欠損領域での距離値の分布 $d(x, y)$ についてのエネルギー E （数13）を定義し、これを最小化する距離値の分布として決定する。

*

$$E\left(f\left(x, y; d, \frac{\partial d}{\partial x}, \frac{\partial d}{\partial y}\right)\right) = \frac{1}{2} \int_A W(x, y) \left(\left(\frac{\partial d}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial d}{\partial y} \right)^2 \right) dx dy$$

【0130】ここで、積分領域 A は距離データの欠損領域、および、距離データの欠損領域と接する周囲の画素である。また、重み関数 $W(x, y)$ は、（数11）における重み関数 $w(x, y)$ をエッジ強度によって補正したものである。

【0131】エッジ強度による重みの補正は、エッジ強度の大きいところで重みが小さくなるように補正する。これにより、（数13）を最小化する欠損領域における距離値の分布は、クラスタ境界で大きく変化し、クラスタ内では滑らかに変化する。また、欠損領域の周囲の距離値とは、クラスタリングの結果に応じて、同一クラスタの画素における距離値とは滑らかに接続し、異なるクラスタの画素における距離値とは不連続となる。さらに、欠損領域内のエッジ強度の大きい画素において距離値が大きく変化する様に決定される。

【0132】（数13）のエネルギー値 E が極値を取る条件は、変分 $\delta E = 0$ より、以下ようになる。

【0133】

【数14】

$$\frac{\partial W}{\partial x} \frac{\partial d}{\partial x} + W \frac{\partial^2 d}{\partial x^2} + \frac{\partial W}{\partial y} \frac{\partial d}{\partial y} + W \frac{\partial^2 d}{\partial y^2} = 0$$

【0134】この（数14）を満たす欠損領域における距離値の分布は、例えば、反復法、有限要素法、境界要素法などの数値計算によって決定される。

【0135】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、距離画像における前景・背景間の境界を、カラー画像における前景・背景間の境界と一致させ、距離画像を用いたカラー画像階層化時の前景物体輪郭の検出精度を向上させることができる。また、クロマキーのように背景を単一色にすることなく、実写画像から人物等の前景を抽出し、カラー画像の階層化を行うことができ、その実用的効果は大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1における、距離画像を用いたカラー画像の階層化を行うためのシステムの全体構成を示すブロック図

【図2】実施の形態1にかかるシステムの主要な動作を示すフロー図

*【0129】

【数13】

【図3】実施の形態1における距離データ補間装置の構成を示すブロック図

【図4】実施の形態1における距離データの補間演算を説明するための図

【図5】実施の形態1における距離データ補間演算処理の手順を示すフロー図

【図6】実施の形態1における画像階層化装置の構成を示すブロック図

【図7】本発明の実施の形態2におけるレンジファインダの構成を示すブロック図

【図8】実施の形態2における距離データ補間装置の構成を示すブロック図

【図9】本発明の実施の形態3におけるレンジファインダの構成を示すブロック図

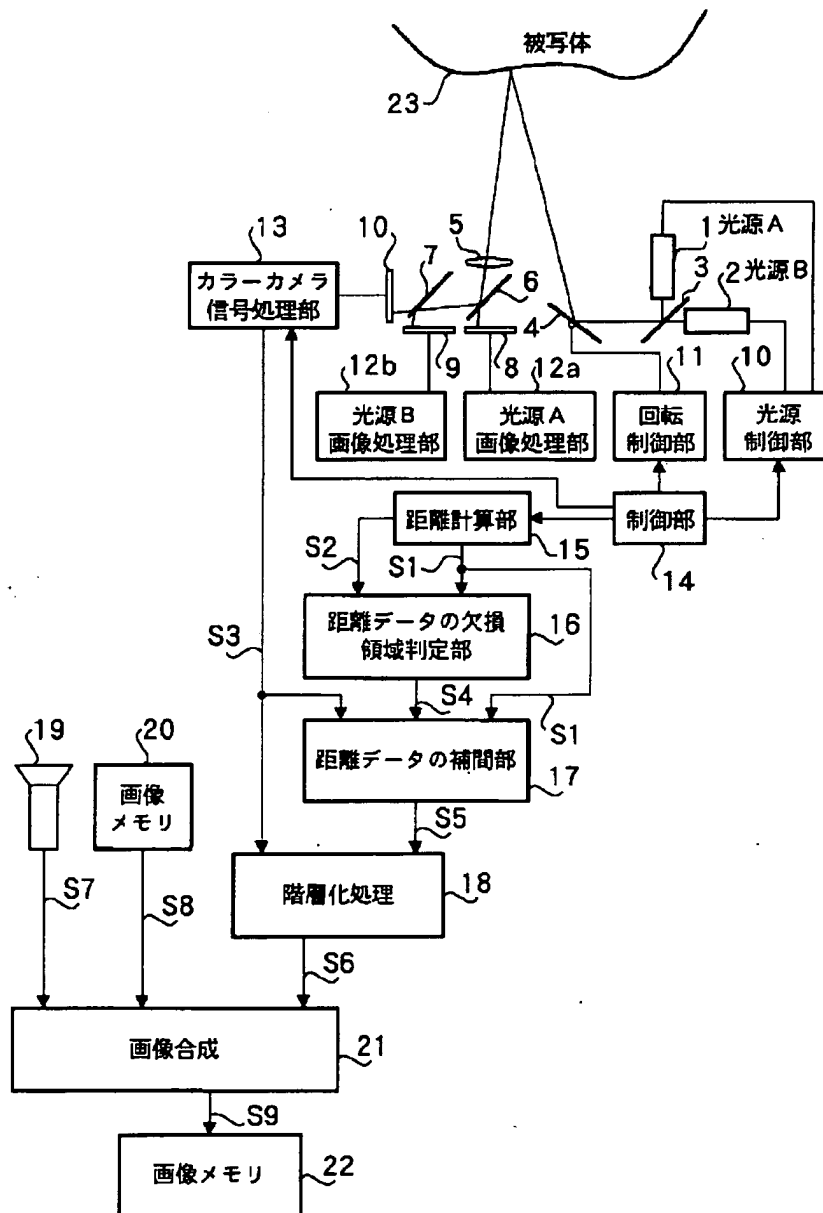
【図10】実施の形態3におけるクラスタリングおよび距離データの欠損領域を説明するための図

【図11】実施の形態4におけるレンジファインダの構成を示すブロック図

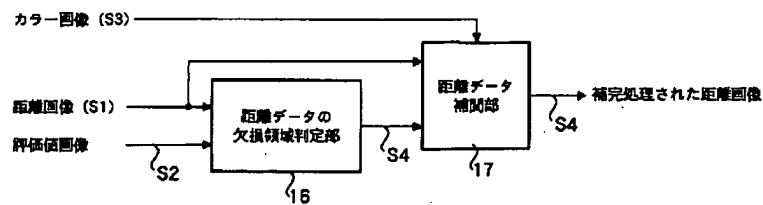
【符号の説明】

- 1 光源A
- 2 光源B
- 3 ハーフミラー
- 4 回転ミラー
- 5 レンズ
- 6, 7 ハーフミラー
- 8, 9, 10 固体撮像素子
- 11 回転制御部
- 12 a, 12 b 画像処理部
- 13 カラーカメラ信号処理部
- 14 制御部
- 15 距離計算部
- 16 距離データの欠損領域判定部
- 17 距離データ補間部
- 18 階層化処理部
- 19 カラー画像撮像用カメラ
- 20 画像メモリ
- 21 画像合成装置
- 22 画像メモリ

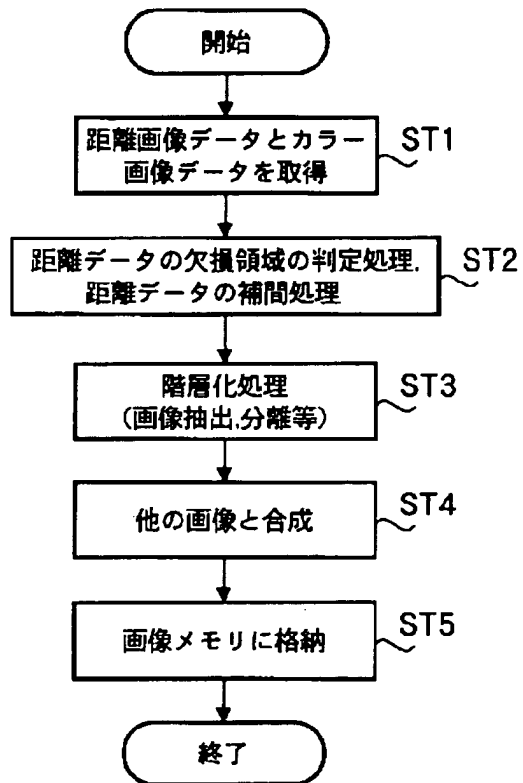
【図1】



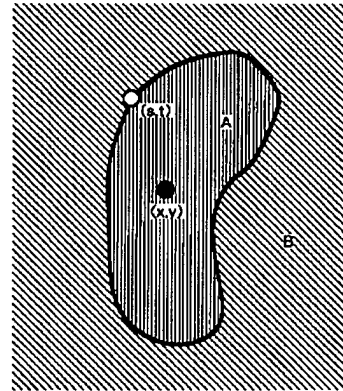
【図3】



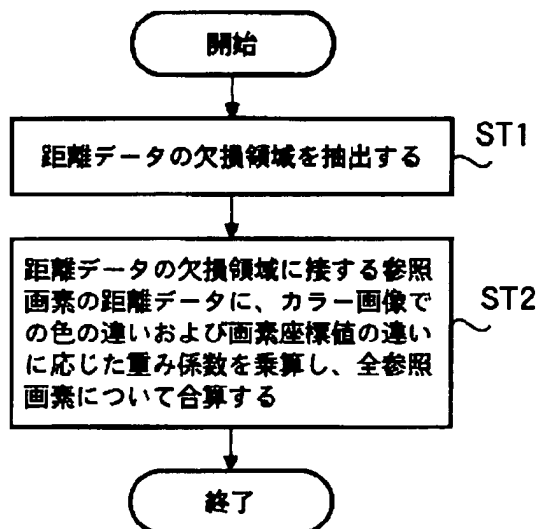
【図2】



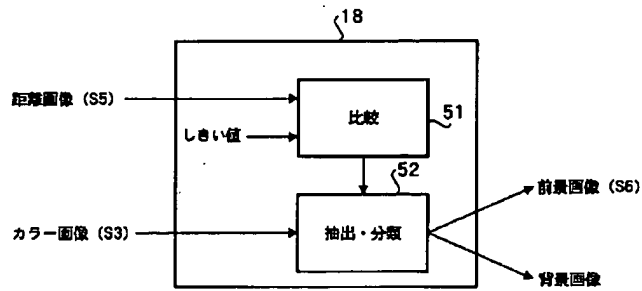
【図4】



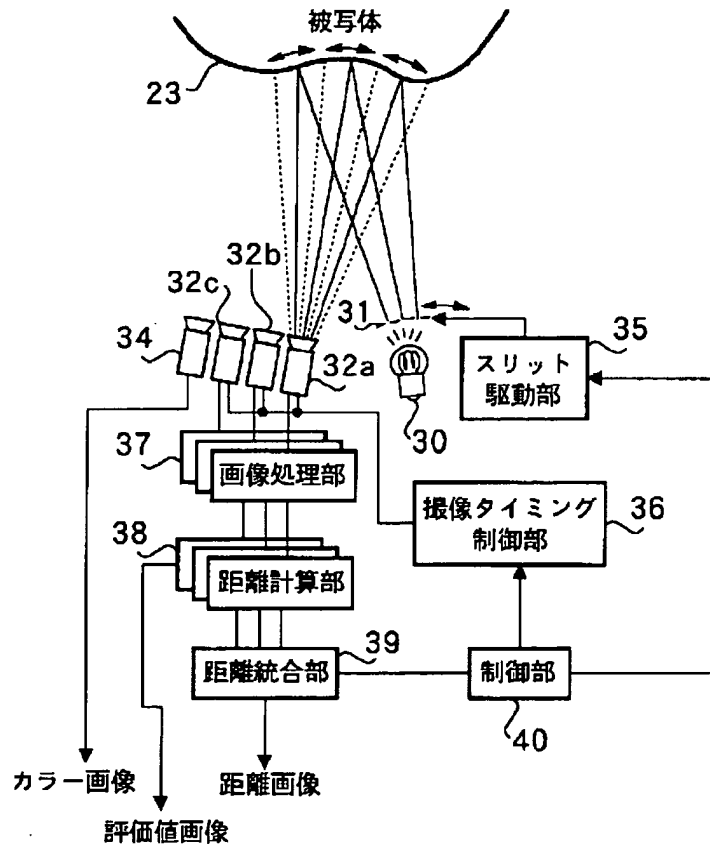
【図5】



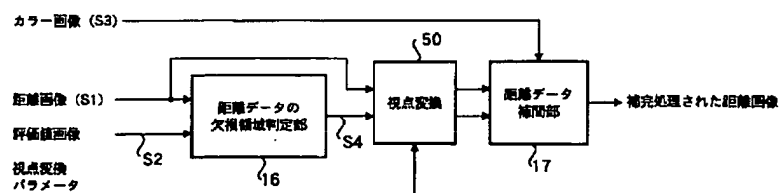
【図6】

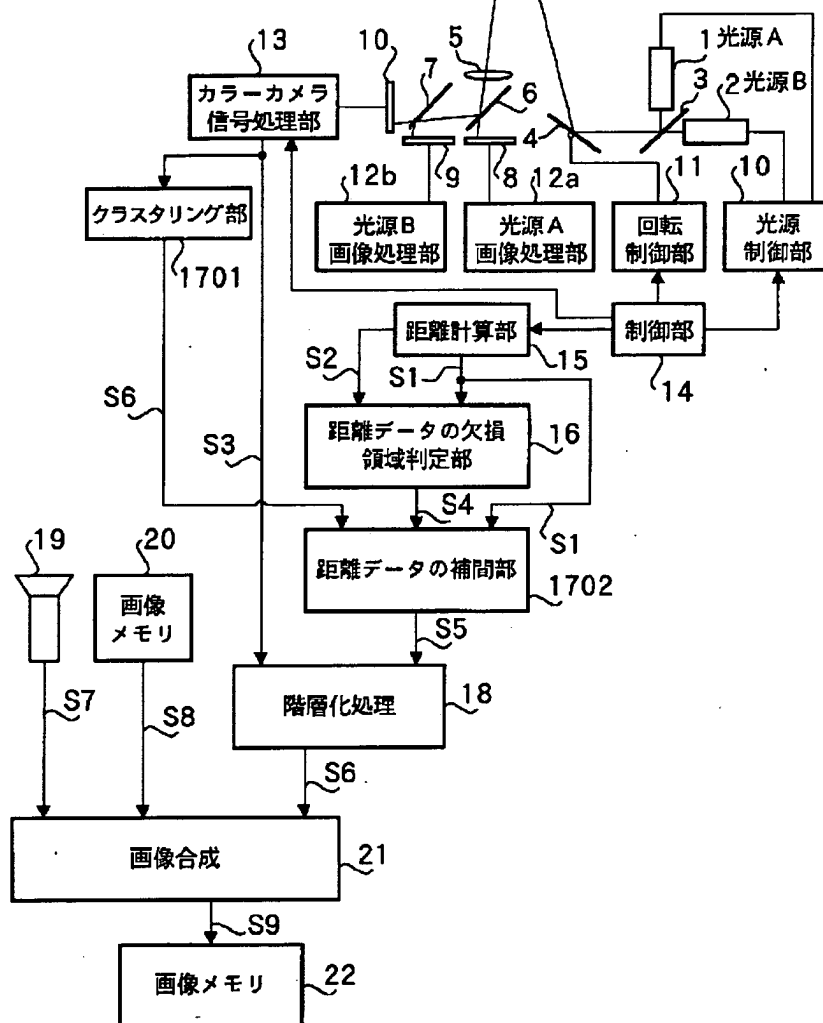


【図7】

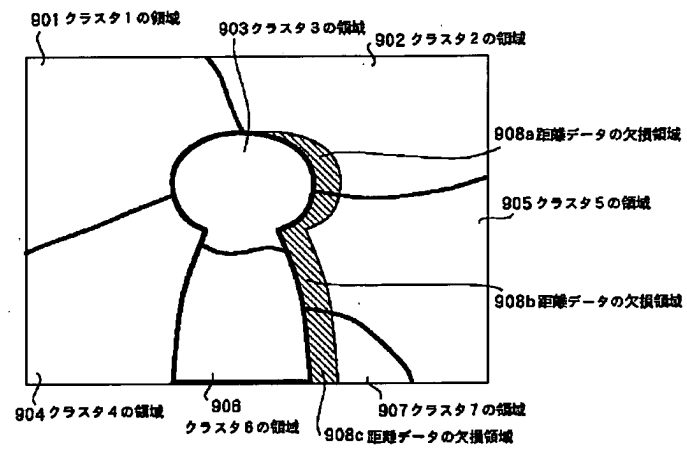


【図8】





【図10】



被写体

23

5

6

4

7

3

1 光源 A

2 光源 B

10

11

12a

9

8

12b

光源 B 処理部

光源 A 画像処理部

回転制御部

光源制御部

制御部

距離計算部

S1

15

データの欠損領域判定部

S4

データの補間部

S1

1704

S5

18

理

(72)発明者 森村 淳
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 魚森 謙也
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

F ターム(参考) 2F065 AA22 AA45 AA61 BB05 CC16
DD00 EE05 FF04 FF09 HH12
JJ03 JJ16 JJ26 LL12 LL13
LL37 QQ14 QQ24 QQ27 QQ32
5B057 BA15 CA01 CB01 CE08 CE09
DA07 DB03 DB06 DC02 DC16
DC25
5L096 AA02 CA05 FA06 FA66 GA08
GA19 GA40 MA07